

Review

Sistem Akses SDG Tanaman dan Pembagian Keuntungan Hasil Pemanfaatannya (Access and Benefit Sharing on the Utilization of Plant Genetic Resources)

Muhamad Sabran

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian. Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia
Telp. (0251) 8337975; Faks. (0251) 8338820
*E-mail: msbran@23@yahoo.com

Diajukan: 21 Desember 2018; Direvisi: 25 Desember 2018; Diterima: 26 Desember 2018

ABSTRACT

Two international regimes that govern the access of plant genetic resources and sharing the benefit arising from their uses are the Nagoya Protocol of the United Nations Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA). The two regimes although have been harmonized faced difficulties in its implementation, particularly at the National level and currently under review. Added to the complexity is the emergence of new technology genome sequencing and genome editing as well as synthetic biology. These technologies and the development of open access data may cause people to bypass the benefit sharing provision. Current discussion on access and benefit sharing provision particularly at the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture are reviewed.

Keywords: Plant genetic resources, International Treaty, Nagoya protocol, harmonization, access, benefit sharing.

ABSTRAK

Dua rezim internasional yang mengatur akses terhadap sumber daya genetik tanaman dan pembagian keuntungan dari pemanfaatannya adalah Protokol Nagoya dari konvensi PBB tentang keanekaragaman hayati dan Perjanjian Internasional tentang Sumber Daya Genetik Tanaman untuk Pangan dan Pertanian. Meskipun kedua rezim ini sudah diharmonisasikan, implementasinya masih menghadapi beberapa kesulitan. Kemunculan teknologi baru sekuen genom dan pengeditan genom serta biologi sintesis menambah kompleksitas tersebut karena aturan-aturan tentang pembagian keuntungan yang sekarang ada bisa diabaikan. Diskusi terkini tentang akses dan pembagian keuntungan terutama pada Perjanjian Internasional tentang Sumber Daya Genetik untuk Pangan dan Pertanian juga dibahas.

Kata kunci: SDG tanaman, Perjanjian Internasional, Protokol Nagoya, harmonisasi, akses, pembagian keuntungan.

PENDAHULUAN

Tanaman merupakan bahan pangan utama, secara keseluruhan 84 % dari total pangan yang dikonsumsi manusia berasal dari tanaman. Meskipun demikian, dari 10.000 sampai 20.000 spesies tanaman yang diketahui dapat dimakan, hanya 150–200 spesies dimanfaatkan oleh manusia; tiga spesies di antaranya, yaitu padi, jagung, dan gandum memasok 60% kalori dan protein manusia dari bahan tanaman (FAO 2015). Ketergantungan pada sedikit spesies ini akan membahayakan ketahanan pangan dalam jangka panjang karena peningkatan produksi tidak mampu mengimbangi peningkatan pertumbuhan penduduk dunia, akibat keterbatasan lahan produksi yang sesuai dan kemampuan untuk meningkatkan produktivitas spesies-spesies tersebut. Oleh karena itu diversifikasi pangan melalui konservasi keanekaragaman hayati pertanian akan menjamin kedaulatan pangan (Sastrapradja dan Wijaya 2010).

Revolusi hijau pada tahun 1950-an dilakukan dengan penggunaan varietas unggul tanaman hasil pemuliaan, menggantikan varietas-varietas tanaman tradisional. Penggunaan varietas unggul yang dikombinasikan dengan penggunaan pupuk dan pestisida telah berhasil meningkatkan produktivitas tanaman, bahkan melebihi yang diperlukan pada masa itu. Meskipun demikian, revolusi hijau ini diperkirakan sebagai penyebab utama erosi genetik pada tanaman pertanian (Gao 2003).

Sumber daya genetik (SDG) tanaman memiliki keunikan tersendiri. Keberadaannya di alam sangat tergantung pada campur tangan manusia. Petani selama berabad-abad membudidayakan tumbuhan liar menjadi tanaman pertanian. Penyebaran tanaman ini tidak merata di seluruh dunia, sehingga perlu pertukaran sumber daya genetik. Saling ketergantungan antarnegara dan antarwilayah telah lama disadari oleh komunitas ilmiah (Palacios 1997). Analisis secara mendalam tentang ketergantungan antarnegara dalam sumber daya genetik tanaman menunjukkan bahwa suplai pangan nasional dan sistem produksi pangan sangat saling tergantung di seluruh dunia akibat ketergantungan terhadap sumber daya genetik (Khoury et al. 2015). Hampir semua negara sangat tergantung terhadap

sumber daya genetik yang bukan berasal dari wilayahnya. Rataan secara global, derajat ketergantungan suatu negara terhadap tanaman yang berasal bukan dari wilayahnya adalah 68,7% untuk seluruh peubah suplai pangan dan 69,3% untuk seluruh peubah produksi. Saling ketergantungan antarnegara terhadap sumber daya genetik tanaman ini mendorong dibuatnya perjanjian internasional yang mengatur akses terhadap sumber daya genetik dan pembagian keuntungan dari hasil pemanfaatannya. Tujuan penulisan makalah review ini adalah untuk memberikan informasi tentang sistem akses SDG tanaman antar negara dan regulasi pembagian keuntungan dari pemanfaatannya.

Protokol Nagoya vs ITPGRFA

Dua perjanjian internasional yang mengatur akses sumber daya genetik adalah Protokol Nagoya dari konvensi PBB tentang keanekaragaman hayati (UN-CBD 2011) dan Perjanjian Internasional tentang “Sumber Daya Genetik Tanaman untuk Pangan dan Pertanian” (ITPGRFA/*International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*) yang diinisiasi oleh Organisasi Pangan dan Pertanian PBB/FAO (ITPGRFA 2009). Protokol Nagoya mengatur tentang prosedur akses sumber daya genetik di suatu Negara. Negara-negara yang terikat dengan protokol ini berkewajiban memiliki aturan yang berlaku secara nasional (undang-undang) tentang prosedur akses sumber daya genetik di negara masing-masing dan mengumumkan secara luas dan transparan prosedur akses tersebut. Pada prinsipnya, prosedur akses tersebut mencakup penetapan otoritas yang kompeten (*Competent Authority*) yang menjadi pintu masuk bagi pihak dari negara lain untuk mengakses sumber daya genetik, pengaturan tentang mekanisme penetapan Pemberitahuan Atas Dasar Informasi Awal (PADIA) sebagai prasyarat untuk mengakses dan Kesepakatan Bersama (*Mutually Agreed Term*) yang dinegosiasikan antara pengakses dan penyedia sumber daya genetik. Protokol Nagoya ini mulai berlaku (*enter into force*) pada tahun 2015.

Khusus untuk sumber daya genetik tanaman, Organisasi Pangan Dunia (FAO) menginisiasi pembentukan Perjanjian Internasional tentang Sumber Daya Genetik untuk Pangan dan Pertanian

(SDGTPP) yang mulai berlaku sejak tahun 2001. Bagian pokok dari perjanjian ini mencakup masalah konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan SDG tanaman, hak-hak petani tentang SDG, sistem multilateral tentang akses dan pembagian keuntungan, serta strategi pendanaan. Dalam hal konservasi dan pemanfaatan SDG tanaman berkelanjutan, negara-negara yang meratifikasi perjanjian ini berkomitmen untuk mempromosikan pendekatan terpadu dalam konservasi dan pemanfaatan SDGTPP yang mencakup konservasi, eksplorasi, karakterisasi, evaluasi, dokumentasi, pemuliaan partisipatif, serta kebijakan. Dalam hal hak-hak petani, negara-negara anggota berkomitmen untuk mengambil langkah-langkah yang tepat untuk merealisasikan hak-hak petani yang meliputi: perlindungan terhadap pengetahuan tradisional terkait SDGTPP, hak untuk mendapatkan keuntungan dari pemanfaatan SDGTPP, serta hak untuk berpartisipasi dalam pengambilan keputusan terkait konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan SDGTPP.

Sistem Multilateral

Perjanjian internasional tentang SDGTPP mengatur secara multilateral akses terhadap 64 jenis tanaman yang tercantum pada Annex 1 perjanjian tersebut dan pembagian keuntungan yang dihasilkan dari pemanfaatannya (FAO 2018). Dalam sistem ini ke-64 jenis tanaman dapat diakses secara multilateral melalui sekretariat ITPGRFA di FAO, dengan menggunakan *Standard Material Transfer Agreement* (SMTA) (ITPGRFA 2004). Ke-64 jenis tanaman yang dapat diakses tersebut adalah tanaman yang sangat penting untuk ketahanan pangan dunia dan disepakati setelah melalui masa negosiasi yang panjang. Setiap negara anggota berkewajiban mendaftarkan varietas atau akses tanaman yang dimilikinya ke sistem multilateral ini. Pengakses SDGTPP melalui sistem multilateral ini wajib menandatangani Perjanjian Pengalihan Materi yang baku (SMTA), yang di dalamnya berisi antara lain tentang pengaturan pembayaran ke *Benefit Sharing Fund* (FAO Committee on Agriculture 2010).

SMTA adalah perjanjian baku (standar) antara penyedia dan penerima SDG. Dalam perjanjian ini diatur bahwa penerima SDG berke-

wajiban menginformasikan hasil penelitian dan pengembangan dari sumber daya genetik yang diakses, kecuali yang dianggap rahasia. Dalam hal produk (varietas tanaman) yang dihasilkan dari material yang diakses melalui sistem multilateral yang dilindungi oleh Hak Kekayaan Intelektual (HKI), maka setelah masa perlindungan HKI berakhir, penerima SDG diminta untuk memasukkan varietas tersebut ke dalam koleksi sistem multilateral yang dapat diakses untuk keperluan penelitian dan pemuliaan. Bila HKI tersebut dialihkan/dilisensikan kepada pihak ketiga, maka kewajiban untuk pembagian keuntungan bila produk itu dikomersialisasikan juga dialihkan kepada pihak ketiga tersebut.

Bila penerima material genetik yang diakses melalui sistem multilateral menghasilkan produk yang membatasi pihak lain menggunakannya untuk pemuliaan dan penelitian, maka penerima materi tersebut harus membayar kepada *Benefit Sharing Fund* yang dibentuk oleh ITPGRFA sebesar 0,77% dari hasil penjualan produk tersebut. Definisi produk dalam konteks ini adalah materi genetik (yang mengandung unit yang bisa diturunkan), seperti benih unggul. Meskipun demikian, bila produk tersebut boleh dipakai untuk keperluan penelitian dan pemuliaan tanpa dibatasi, maka pembayaran tersebut bersifat sukarela. Pembatasan tersebut dapat berupa pembatasan teknis dan dapat pula pembatasan finansial dan HKI.

Dalam hal pembayaran ke *Benefit Sharing Fund* ini, penerima materi dari sistem multilateral dapat memilih opsi pembayaran yang dikurangi (*discounted rate*), yaitu dengan hanya membayar 0,5% dari hasil penjualan benih ataupun produk lain yang termasuk sumber daya genetik dari jenis tanaman yang sama dengan tanaman yang akan diakses selama periode tertentu, yaitu selama sepuluh tahun. Periode ini bisa diperpanjang lima tahun, dengan memberi tahu Badan Pengatur (*Governing Body*) enam bulan sebelum periode sepuluh tahun berakhir. Penerima dapat keluar dari opsi ini dengan memberitahukan Badan Pengatur enam bulan sebelumnya. Bila sebelumnya penerima sudah menandatangani SMTA, maka periode sepuluh tahun tersebut dihitung mulai saat SMTA dengan opsi pembayaran khusus ini ditandatangani.

Dalam hal penerima menandatangani SMTA yang lain untuk jenis tanaman yang sama, maka penerima hanya membayar sesuai dengan perjanjian dengan opsi pengurangan pembayaran ini atau dengan sistem yang disepakati dalam SMTA tersebut sehingga tidak ada pembayaran yang berlaku kumulatif.

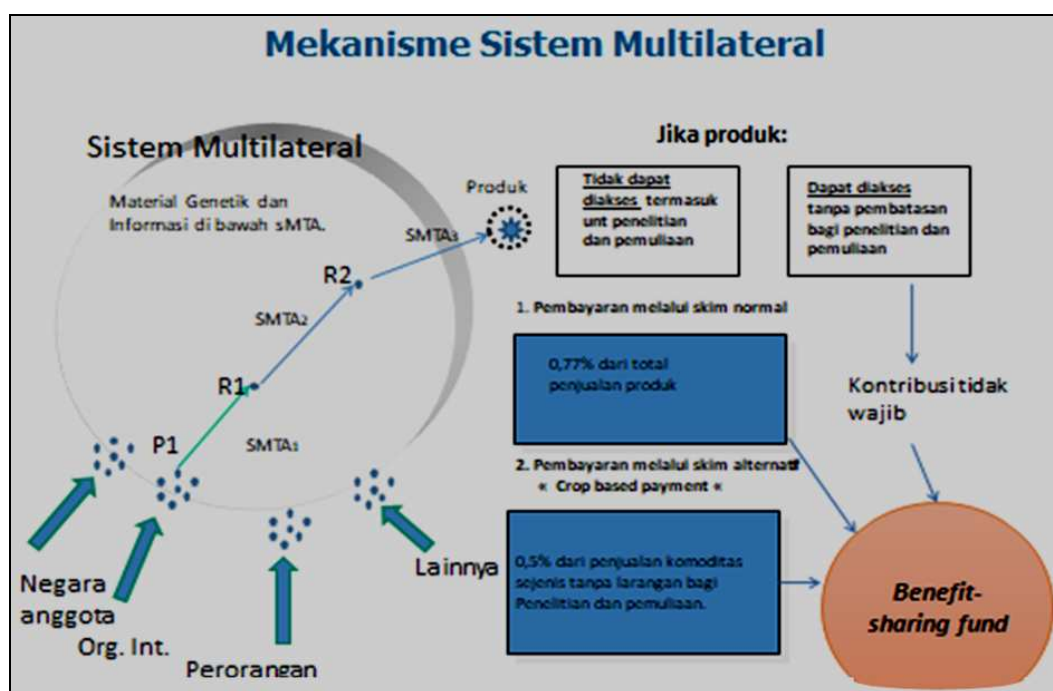
Bila penerima mengalihkan materi genetik yang masih dalam pengembangan (misalnya galur yang belum dilepas sebagai varietas) maka penerima materi tersebut wajib membayar 0,5% dari penjualan produk yang dihasilkan dari materi dalam pengembangan tersebut tanpa mempertimbangkan apakah produk tersebut dapat diperoleh dengan pembatasan atau tidak.

Dana yang terkumpul dalam *Benefit Sharing Fund* ini digunakan untuk membiayai kegiatan-kegiatan yang terkait dengan konservasi dan pemanfaatan sumber daya genetik untuk menghadapi perubahan iklim dan memperkuat ketahanan pangan di negara-negara berkembang. Secara ringkas, mekanisme sistem multilateral untuk akses terhadap sumber daya genetik tanaman dan pembagian keuntungan dari pemanfaatannya dijabarkan pada Gambar 1.

Evaluasi terhadap Implementasi Sistem Multilateral

Dalam implementasinya sistem multilateral ini tidak berjalan seperti yang diharapkan, antara lain karena:

1. Sebagian industri perbenihan menghindari untuk mengakses melalui sistem multilateral ini karena mereka dapat mengakses akses-akses dari pihak lain terutama dari bukan negara anggota yang memiliki koleksi SDG sangat lengkap seperti USDA atau dari koleksi mereka sendiri yang diperoleh sebelum sistem multilateral ini berlaku.
2. Perlu rentang waktu yang sangat panjang dari ketika SDG tersebut diakses sampai menghasilkan produk komersial; bahkan apakah akses tersebut akan menghasilkan produk komersial belum diketahui pada saat pengaksesan.
3. Tanaman yang masuk dalam sistem multilateral ini adalah tanaman yang sangat penting bagi ketahanan pangan dan adaptasi terhadap perubahan iklim; meskipun demikian tanaman tersebut kurang komersial, sehingga kurang menarik minat perusahaan benih tanaman benih komersial seperti tanaman hias dan tanaman sayuran.



Gambar 1. Mekanisme sistem multilateral.

Sistem akses dan pembagian keuntungan secara multilateral ini sekarang sedang ditinjau ulang untuk meningkatkan pemasukan dana ke *Benefit Sharing Fund* yang berasal dari pengguna sumberdaya genetik termasuk kemungkinan memperluas cakupan materi genetik yang bisa diakses melalui sistem ini (ITPGRFA 2014). Salah satu aspek yang diperdebatkan dalam peninjauan ulang ini adalah merubah Pasal 6.8 dari SMTA yang tidak mewajibkan penerima materi genetik melalui sistem multilateral untuk membayar ke *Benefit Sharing Fund* bila produk yang dihasilkan tidak tersedia (dibatasi) untuk penelitian lebih lanjut, menjadi wajib seperti pada Pasal 6.7. Hal ini mengingat bahwa kecil kemungkinan pembayaran secara sukarela dilakukan oleh penerima sumber daya genetik yang mengembangkan varietas terutama bila varietas tersebut dikomersialkan dengan hak perlindungan varietas tanaman.

Opsi lain adalah negara anggota (*contracting party*) membayar sebesar persentase tertentu dari penjualan benih yang berada di wilayah hukumnya. Semua pengguna di negara tersebut bebas mengakses materi genetik dalam sistem multilateral. Sistem ini terutama didukung oleh lembaga penelitian dan pengembangan di negara-negara maju, tetapi tidak disetujui oleh negara-negara berkembang karena menjadi beban negara. Norwegia memberi contoh model ini dengan membayar setiap tahun sebesar 0,1% dari total penjualan benih di negaranya. Meskipun demikian, karena sistem ini belum disepakati pembayaran oleh Norwegia kepada *Benefit Sharing Fund*, maka masih dianggap sebagai sumbangan sukarela, sehingga tidak ada jaminan bahwa pengguna SDG di Norwegia dapat dengan bebas mengakses material melalui sistem multilateral, kecuali melalui perjanjian baku (SMTA) yang sekarang berlaku. Sebenarnya sistem ini sangat praktis dan dapat mengatasi masalah hukum dari akses terhadap data genomik, tapi bagi negara berkembang yang kaya akan sumber daya genetik hal ini dianggap kurang menguntungkan dan membebani anggaran negara serta harus merubah sistem perpajakan di negara-negara tersebut.

Perluasan cakupan tanaman dalam sistem multilateral juga menjadi opsi yang dipertimbang-

kan selain merevisi SMTA. Negara Swiss sudah mengusulkan perluasan cakupan tanaman ini meskipun ditolak oleh sebagian besar negara berkembang. Negara berkembang menginginkan agar sistem yang sekarang ada atau dengan merevisi SMTA perlu dijalankan dulu dan dibuktikan bahwa sistem ini menghasilkan pendapatan untuk *Benefit Sharing Fund* sebelum memperluas cakupan tanaman dalam multilateral ini. Kesepakatan telah dicapai untuk menyiapkan “*growth plan*” atau rencana untuk secara bersamaan merevisi SMTA dan menentukan kapan perluasan cakupan tersebut akan berlaku efektif.

Dematerialisasi Sumber Daya Genetik Tanaman

Teknologi untuk membangkitkan dan menganalisis kuantitas besar data genotipik, fenotipik, dan lingkungan berkembang sangat pesat, demikian pula teknologi untuk mensintesis materi genetik. Kedua teknologi ini telah merubah ilmu biologi menjadi ilmu yang kaya informasi (*information-rich*), sehingga integrasi dan interpretasi data dalam kuantitas yang besar dapat memberi informasi rancangan dan sifat hipotesis baru dalam penerapan hasilnya. Dengan mengakses sekuen genomik dari keseluruhan variasi suatu tanaman, perusahaan benih misalnya, dapat mengidentifikasi sekuen kunci yang mengendalikan sifat penting tertentu dari tanaman tersebut. Kemudian, dengan bantuan teknologi pengeditan genom (*genome editing*), seperti CRISPR (*clustered regularly-interspaced short palindromic repeats*), suatu tanaman dapat diperbaiki melalui pengeditan genom sehingga memiliki sifat tersebut (Mishra dan Zhao 2018).

Perkembangan teknologi ini menyebabkan pertukaran materi genetik secara fisik pada akhirnya tidak lagi diperlukan, karena itu perkembangan ini disebut sebagai dematerialisasi sumber daya genetik tanaman. Hal ini menimbulkan masalah pada pengaturan akses dan pembagian keuntungan pemanfaatan sumber daya genetik seperti Protokol Nagoya dan ITPGRFA yang didasarkan atas pertukaran sumber daya genetik secara fisik. Beberapa lembaga swadaya masyarakat internasional dan organisasi petani memprotes perkembangan ini ka-

rena dapat mengakibatkan mereka tidak mendapatkan keuntungan dari pertukaran informasi tersebut.

Di lain pihak, untuk dapat memanfaatkan teknologi ini para pihak yang terlibat harus bekerja sama untuk melakukan integrasi dan sintesis data yang tersebar luas di beberapa lembaga. Kerja sama ini harus bisa mengatasi beberapa masalah yang menghambat pertukaran data, misalnya masalah struktural yang memberi insentif kepada seseorang atau lembaga untuk merahasiakan data termasuk data sekuen digital dan data fenotipik sumber daya genetik tanaman, misalnya karena kompetisi untuk mendapatkan keuntungan finansial, hak kekayaan intelektual, dan publikasi ilmiah. Masalah lain adalah belum ada pengaturan pembagian keuntungan dari penggunaan data tersebut.

Badan Pengatur (*Governing Body*) ITPGRFA juga sudah mendiskusikan tentang implikasi penggunaan “*Digital Sequence Information*” (DSI) seperti data sekuen genom terhadap sistem multilateral yang akan direvisi. Dalam forum-forum, isu tentang DSI ini juga selalu didiskusikan terutama dalam kaitannya tentang kewajiban untuk membagi keuntungan dari pemanfaatan sumber daya genetik. Perdebatan masih akan berlangsung untuk memecahkan masalah DSI ini, baik di forum ITPGRFA maupun Protokol Nagoya.

Salah satu hal yang sedang dipertimbangkan dalam revisi sistem multilateral *Access and Benefit Sharing* (ABS) adalah dengan mengembangkan sistem berlangganan. Dalam sistem ini pengguna berlangganan selama sepuluh tahun ke sistem multilateral untuk mendapatkan hak akses terhadap tanaman atau kelompok tanaman tertentu. Selama masa berlangganan tersebut pelanggan membayar setiap tahun sebesar persentase tertentu dari benih tanaman yang dilanggan, tanpa memperhitungkan apakah benih yang dikomersialkan tersebut mengandung materi yang diakses melalui sistem multilateral atau tidak. Sistem berlangganan ini dapat mengatasi masalah akses terhadap data genomik, karena pembayaran biaya langganan dapat pula merefleksikan nilai komersial produk yang dihasilkan baik dari penggunaan materi genetik maupun data genomik (Halewood et al. 2018).

Implikasi terhadap Konservasi dan Pemanfaatan SDG Tanaman di Indonesia

Mengingat manfaat yang besar dari sumber daya genetik tanaman, perlu aturan dan kebijakan dalam mengendalikan pemasukan dan pengeluaran SDG tanaman dari dan ke luar negeri. Pemasukan SDG tanaman perlu dikendalikan untuk menghindari masuknya spesies yang dapat merusak SDG yang sudah ada (*invasive species*), menghindari tersebarnya hama dan penyakit baru, serta melindungi petani dari penyebaran bibit baru yang manfaatnya tidak terlalu besar, tetapi mengakibatkan ketergantungan petani terhadap bibit komersial dari luar negeri. Di lain pihak, untuk menghindari pencurian dan pemanfaatan SDG dari pihak asing dan pemanfaatan SDG dari pihak asing tanpa memberikan manfaat kepada Indonesia perlu diatur pengeluaran sumber daya genetik ke luar negeri.

Dalam konteks “Pemasukan”, Permentan Nomor 37 Tahun 2011 telah mengatur bahwa SDG yang dimasukkan ke dalam wilayah Republik Indonesia dimanfaatkan untuk penelitian, yaitu antara lain pemuliaan untuk menghasilkan varietas unggul baru dan/atau bioprospeksi untuk menghasilkan produk baru yang bernilai ekonomi, dan untuk meningkatkan keragaman genetik pada koleksi *ex situ* di dalam negeri (Pasal 33). Pemasukan SDG dapat dilakukan bila SDG tersebut belum ada di dalam negeri, dalam wujud DNA, serbuk sari, jaringan tanaman, stek, bagian tanaman, biji, dan/atau tanaman utuh, dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan (Pasal 34). Pasal 49 menyebutkan (1) SDG dapat dikeluarkan dari wilayah Republik Indonesia untuk kerjasama penelitian. (2) Pengeluaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tidak berlaku untuk SDG seperti dalam UU Nomor 4 Tahun 2006, kecuali untuk negara-negara bukan pihak dari ITPGRFA.

Akses terhadap sumber daya genetik oleh pihak asing diutamakan dilakukan terhadap koleksi *ex situ* yang dimiliki oleh lembaga pemerintah. Hal ini dilakukan untuk menghindari pencurian sumber daya genetik dan juga untuk menelusuri perkembangan dari sumber daya genetik yang diakses. Implikasi dari kebijakan ini adalah Indonesia perlu melengkapi koleksi *ex situ* sumber daya genetik-

nya, bahkan sumber daya genetik tersebut perlu dievaluasi sehingga diketahui sifat-sifat penting yang terkandung didalamnya. Hal ini memberi posisi tawar yang tinggi dalam negosiasi terutama dalam konteks Protokol Nagoya. Dalam beberapa kasus, pihak pengakses lebih memahami nilai sumber daya yang akan diakses daripada penyedia sumber daya genetik tersebut. Keadaan ini mengakibatkan pihak penyedia berada dalam posisi tawar yang lemah ketika bernegosiasi dalam rangka membuat kesepakatan bersama seperti yang disyaratkan dalam Protokol Nagoya.

Dalam hal sumber daya genetik tanaman terutama untuk 64 jenis tanaman yang ada dalam daftar Annex 1 ITPGRFA, Indonesia harus memanfaatkan sebesar-besarnya kesempatan untuk mengakses SDG melalui sistem multilateral pada ITPGRFA. Sebagian besar tanaman yang ada dalam daftar Annex 1 ITPGRFA bukan berasal dari Indonesia dan Indonesia bukan pusat keragaman tanaman-tanaman tersebut. Bahkan Indonesia tidak secara sengaja memasukkan sumber daya genetiknya ke dalam sistem multilateral, meskipun berdasarkan ITPGRFA setiap negara wajib memasukkan koleksi sumber daya genetik tanaman yang ada dalam daftar Annex 1 ke dalam sistem multilateral. Khusus untuk tanaman padi yang menjadi kebutuhan pokok Indonesia, hampir semua akses padi Indonesia sudah ada pada koleksi *ex situ* International Rice Research Institutes (IRRI) yang secara otomatis dapat diakses melalui sistem multilateral. Oleh karena itu, mengikuti sistem multilateral ini tidak merugikan tapi justru menguntungkan karena Indonesia bisa mengakses sumber daya genetik yang sangat dibutuhkan Indonesia untuk menghadapi perubahan iklim dan meningkatkan ketahanan pangan.

Dematerialisasi sumber daya genetik tidak bisa dihindari dengan pesatnya perkembangan teknologi dan keterbukaan sumber data, khususnya data genomik. Mengantisipasi perkembangan ini Indonesia harus memperkuat kemampuannya untuk memanfaatkan data genomik dan melakukan pengeditan genom untuk memperbaiki tanaman. Peningkatan kemampuan sumber daya manusia dan fasilitas harus menjadi perhatian utama sehingga

mampu bersaing dalam memanfaatkan data genom yang dapat diakses secara bebas.

DAFTAR PUSTAKA

- FAO (2015) *Genetic resources and biodiversity for food and agriculture*. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization.
- FAO (2018) *The multilateral system*. [Online] Tersedia pada: <http://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/the-multilateral-system> [Diakses: 15 September 2018].
- FAO Committee on Agriculture (2010) *Matters related to FAO's commissions, treaties, and conventions of relevance to COAG*.
- Gao, L. (2003) The conservation of Chinese rice biodiversity: genetic erosion, ethnobotany, and prospects. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50 (1), 17–32.
- Halewood, M., Noriega, I.L., Ellis, D., Roa, C., Rouard, M. & Hamilton, R.S. (2018) Using genomic sequence information to increase conservation and sustainable use of crop diversity and benefit-sharing. *Biopreservation and Biobanking*, 16 (5), 368–376. doi: 10.1089/bio.2018.0043.
- ITPGRFA (2004) *Standard material transfer agreement*. [Online] Tersedia pada: <http://www.fao.org/3/a-bc083e.pdf> [Diakses: 15 September 2018].
- ITPGRFA. (2014) *Innovative approach already identified by the ad hoc advisory committee on funding strategy*. Rome, Food and Agriculture Organization.
- ITPGRFA. (2009) *International treaty on plant genetic resources for food and agriculture*. Rome, Food and Agriculture Organization.
- Khoury, C.K., Achicanoy, H.A., Bjorkman, A.D., Navarro-Racines, C., Guarino, L., Flores-Palacios, X., Engels, J.M.M., Wiersema, J.H., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Castañeda-Álvarez, N.P., Fowler, C., Jarvis, A., Rieseberg, L.H. & Struik, P.C. (2015) *Estimation of countries interdependence in plant genetic resources provisioning national food supplies and production systems*. Research Study 8, International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA).
- Mishra, R. & Zhao, K. (2018) Genome editing technologies and their applications in crop improvement. *Plant Biotechnology Reports*, 12 (2), 57–68.
- Palacios, X.F. (1997) *Contribution to the estimation of countries' interdependence in the area of plant genetic resources*. Rome, Italy, Commission des

- Ressources Genetiques pour l’Alimentation et l’Agriculture. Sess. Extraordinaire.
- Sastrapradja, S. & Wijaya, E.A. (2010) *Keanekaragaman hayati pertanian menjamin kedaulatan pangan*. Jakarta, LIPI Press.
- UN-CBD (2011) *Nagoya protocol on access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization to the convention on biological diversity*. Canada, Secretariat of the Convention on. Convention on Biological Diversity, United Nations. doi:10.1146/annurev.ento.48.091801.112645.
-